

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-195295

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int. Cl.⁶

H 0 5 H 1/30

識別記号

庁内整理番号

9216-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-6095

(22) 出願日 平成7年(1995)1月19日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 長尾 泰明

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

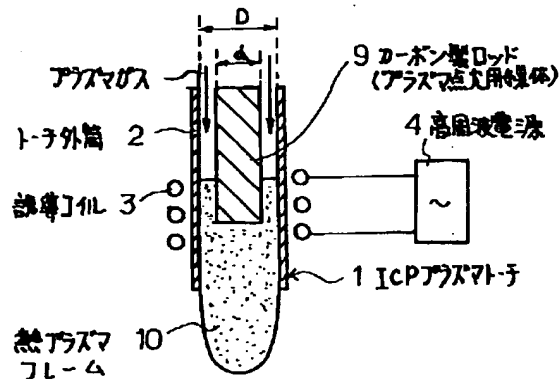
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 誘導結合型プラズマトーチ

(57) 【要約】

【目的】 プラズマ点火が容易で、しかも常圧の使用条件下でも安定した熱プラズマが得られる高周波誘導結合型プラズマトーチを提供する。

【構成】 高周波電源4に接続した誘導コイル3を巻装したトーチ外筒2の筒内中心部に、耐熱性の高い導電性材質で作られた例えばカーボン製ロッド9などのプラズマ点火用媒体をトーチ外筒の中心軸と同軸に配置し、該プラズマ点火用媒体を高周波誘導加熱により灼熱状態に加熱させつつ、この状態で前記媒体とトーチ外筒との間に仕切られたガス通路（プラズマ誘起電界強度の高い領域）にプラズマガスを送り込んで熱プラズマを生成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】高周波電源に接続した誘導コイルを巻装したトーチ外筒の筒内中心部に、耐熱性の高い導電性材質で作られたロッド、ないし中空パイプとして誘導加熱を受けるプラズマ点火用媒体をトーチ外筒の中心軸と同軸に配置し、該プラズマ点火用媒体の外周とトーチ外筒との間に仕切られたガス通路にプラズマガスを供給して熱プラズマを発生させることを特徴とする誘導結合型プラズマトーチ。

【請求項2】請求項1記載のプラズマトーチにおいて、プラズマ点火用媒体の材質がカーボンであることを特徴とする誘導結合型プラズマトーチ。

【請求項3】請求項1記載のプラズマトーチにおいて、プラズマ点火用媒体の材質がタングステンであることを特徴とする誘導結合型プラズマトーチ。

【請求項4】請求項1記載のプラズマトーチにおいて、中空パイプのプラズマ点火用媒体が被処理物質の投入口を兼ねていることを特徴とする誘導結合型プラズマトーチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高温の熱プラズマを利用する工業的規模の物質処理装置向けとして好適な高周波誘導結合型プラズマトーチ（ICPプラズマトーチ）に関する。

【0002】

【従来の技術】熱プラズマの利用については、よく知られているように加工、化学反応、材料分析など広い分野での応用技術が既に展開されており、最近では熱プラズマによるフロンガスの分解処理（電気学会誌：Vol 114, No 11（1994）, p 719～722「高周波プラズマでフロンを分解する」で紹介されている）、ごみ焼却場で発生した金属を含む焼却残渣（焼却灰）を熱プラズマを熱源として熔融処理し、焼却残渣の減容化、および金属成分を残渣から分別するなどの工業的な用途への試みもなされている。

【0003】一方、熱プラズマ発生用のプラズマトーチとしては、従来より電極型の直流プラズマトーチ、電極を使用しない高周波誘導結合型プラズマトーチ、および前記の高周波誘導結合型プラズマトーチに直流プラズマトーチを組合わせ、軸方向に噴出させた直流アークプラズマに高周波プラズマを重ねさせて熱プラズマの点火、およびプラズマの安定維持を図るようにしたハイブリッドプラズマトーチなどが知られている。

【0004】ここで、前記した各種プラズマトーチの代表例としてハイブリッドプラズマトーチの構成を図3に示す。図において、1は石英、特殊セラミックなどで作られたトーチ外筒2、誘導コイル3、高周波電源4から*

*なる高周波誘導結合型プラズマトーチ、5はカソード電極6、アノード電極7を備えて直流電源8に接続した直流プラズマトーチであり、該直流プラズマトーチ5は誘導結合型プラズマトーチ1の外筒2の後端部に組み込まれている。なお、8はプラズマガスの供給口、9は被処理物質の導入口である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記した従来における各種方式のプラズマトーチは、用途の制約、プラズマの点火、安定維持などで次記のような問題点がある。

1) 直流プラズマトーチ、ハイブリッドプラズマトーチなど電極を使用するものでは、アノード、カソードの電極材料の一部が蒸発してその材質がプラズマ中に混入して化学的に干渉することが避けられず、このために化学反応装置への適用が制約されるほか、プラズマトーチを長期間稼働させるには消耗した電極を交換するメンテナンスが必要であるなど、その保守管理が厄介である。

【0006】2) ハイブリッドプラズマトーチは、先記したようにプラズマの点火が容易で、かつ安定性のよい高温プラズマを定常的に発生できる利点がある反面、図3からも判るようにトーチ外筒2の入口端を直流プラズマトーチ5が塞いでいることから、被処理物質の導入口9も側方位置に規制される。そのために、工業的な規模で多量の被処理物を処理したい場合に、プラズマフレーム（炎）の中に被処理物を均一に分散させて供給することが困難である。

【0007】3) 一方、高周波誘導結合型プラズマトーチは、電極を使用しない（電極の蒸発による化学的干渉もない）ので化学反応装置への適用にも制約を受けることもなく、かつメンテナンスフリーで長期間稼働できるなどの特長がある反面、起動の際にはスパーク放電などにより周囲のガスに放電を移行させるなどの点火手段が必要であるほか、熱プラズマを安定維持させるにはプラズマトーチを設置した反応炉を常圧（大気圧）より低い圧力に減圧する（先記した電気学会誌の報告例では反応炉の炉内圧力を26.6 kPaに減圧するようにしている）必要があり、常圧での使用が困難である。

【0008】さらに、高周波誘導結合型プラズマトーチには次のような問題もある。すなわち、誘導コイルに高周波電流を流して交番磁界を与えた際に、その電磁誘導作用によりプラズマトーチの内部に生じるプラズマ誘起電界強度 $E(r, t)$ は、誘導コイルの単位長さ当たりの巻回数を s 、中心からの半径を r 、透磁率を μ_0 、誘導コイルに流れる交番電流を $I \cos \omega t$ として、次式で表される。

【0009】

$$E(r, t) = 0.5 r \omega \mu_0 s \cdot I \cos \omega t \quad (1)$$

但し、 $\omega = 2\pi f$ (f : 高周波電源の周波数)

※50※上式(1)から判るように、プラズマ誘起電界強度 E

3

(r, t) は半径 r が大きいほど、つまりトーチ外筒の壁面に近いほど大きい。したがって、プラズマを誘起させるエネルギーはプラズマトーチ内の外周部分に集中して中心部にはエネルギーが殆ど分配されず、このことがプラズマの生成を不安定にし、プラズマトーチの大口径化を阻む一要因となっている。

【0010】本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、プラズマ点火が容易で、しかも常圧の下でも熱プラズマの安定維持が図れるよう巧みに構成した高周波誘導型プラズマトーチを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、高周波電源に接続した誘導コイルを巻装したトーチ外筒の筒内中心部に、耐熱性の高い導電性材質で作られたロッド、ないし中空パイプとして誘導加熱を受けるプラズマ点火用媒体をトーチ外筒の中心軸と同軸に配置し、該プラズマ点火用媒体の外周とトーチ外筒との間に仕切られたガス通路にプラズマガスを供給して熱プラズマを発生させるものとする。

【0012】ここで、前記のプラズマ点火用媒体の材質としては、カーボン、あるいはタングステンが好適である。また、前記構成においては、中空パイプのプラズマ点火用媒体を被処理物質の投入口として、該パイプを通じて外部から熱プラズマ中に被処理物質を供給することができる。

【0013】

【作用】プラズマトーチの中心部に耐熱性の高い導電性ロッド、あるいは中空パイプとしてなるプラズマ点火用媒体を設置して誘導コイルに高周波電流を給電すると、誘導加熱の原理によりプラズマ点火用媒体が高温となってその表面が灼熱状態となる。また、トーチ外筒とプラズマ点火用媒体との間に仕切られたガス通路は、先記した式(1)で述べたようにプラズマ誘起電界強度の高い領域となる。したがって、この状態で前記のガス通路にプラズマガスを送り込むと、プラズマガスは強電界領域を通過するとともに、灼熱されたプラズマ点火用媒体からの加熱を受けて励起電離し、容易にプラズマ化する。これにより、プラズマ点火が容易となり、かつ常圧の使用条件でも定常的に安定したプラズマが生成維持される。

【0014】また、プラズマ点火用媒体として中空パイプを採用することにより、誘導加熱効果を損なうことなく、該パイプを被処理物質の投入口として外部から被処理物質を熱プラズマ中に直接分散供給することができて有利である。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、各実施例の図中で図3に対応する同一部材には同じ符号が付してある。

実施例1：図1において、誘導コイル3を巻装したトーチ

4

外筒2の中心部には外筒と中心軸と同軸上にプラズマ点火用媒体として高耐熱性と導電性を併せ持ったカーボン製のロッド9が設置されており、該ロッド9の外周とトーチ外筒2との間にプラズマガス供給通路を仕切るようにしている。ここで、プラズマガス供給通路を高いプラズマ誘起電界強度の領域に画成するためには、前記ロッド9の径寸法 d はトーチ外筒2の直径を D として $d \geq 1/2 \cdot D$ に設定するのがよい。

【0016】かかる構成で高周波電源4から誘導コイル3に高周波電流を給電すると、カーボン製ロッド9が高周波誘導加熱により高温となり、その表面が灼熱状態になる。この状態でロッド9とトーチ外筒2との間のガス通路にプラズマガスを流すことにより、プラズマガスは容易にプラズマ化して熱プラズマフレーム(炎)10が生成される。なお、プラズマ点火用媒体の材質としてカーボンの代わり耐熱性の高いタングステンを採用することもできる。また、発明者等の行った実験によれば、前記構成により常圧(大気圧)の使用条件下でもプラズマ点火が容易で、かつ定常的に安定したプラズマ流を生成維持できることが確認されている。

【0017】実施例2：図2は本発明の応用実施例を示すものであり、この実施例においては、プラズマトーチの中心部に設置したプラズマ点火用媒体として、実施例1におけるカーボン製ロッド9の代わりに、同じくカーボンで作られた中空パイプ11を採用し、この中空パイプ11を被処理物質投入口11aとして外部から被処理物質をプラズマフレーム10の中へ供給するようにしている。なお、中空パイプ11をカーボン製の代わりにタングステン製として実施することもできる。

【0018】かかる構成による動作原理は実施例1と同様であるが、特にプラズマ点火用媒体として中空パイプ11を採用することにより、誘導加熱効果を損なうことなく、むしろ実施例1のロッド状媒体に比べて熱容量が小さくなる分だけ加熱昇温され易くなるほか、当該パイプを被処理物質の投入口として外部から送り込んだ被処理物質を直線プラズマフレーム10の中に分散供給することができ、多量の被処理物質を迅速処理する場合に有利である。

【0019】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の構成によれば、従来構成の高周波誘導結合型プラズマトーチと比べて、特別に予備放電させる点火手段を設けることなく、トーチ内の中心部に設置したプラズマ点火用媒体が誘導加熱されてプラズマ点火が容易で、しかも定常的にも安定性のよいプラズマを生成維持することができる。これにより、常圧(大気圧)での使用が可能である工業的規模の用途に好適な誘導結合型プラズマトーチを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応するプラズマトーチの

構成断面図

【図2】本発明の実施例2に対応するプラズマトーチの

構成断面図

【図3】従来におけるハイブリッドプラズマトーチの構成断面図

【符号の説明】

1 誘導結合型プラズマトーチ

2 トーチ外筒

3 誘導コイル

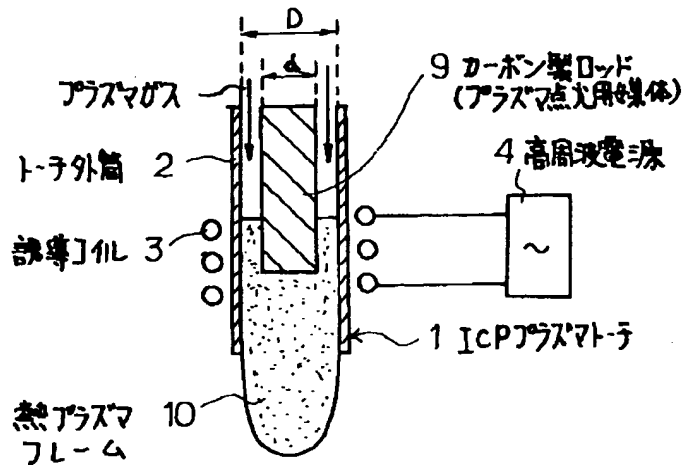
4 高周波電源

9 カーボン製ロッド（プラズマ点火用媒体）

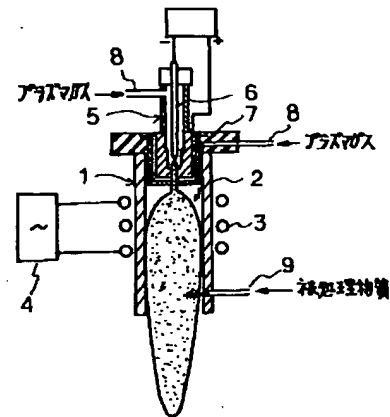
10 プラズマフレーム

11 カーボン製中空パイプ（プラズマ点火用媒体）

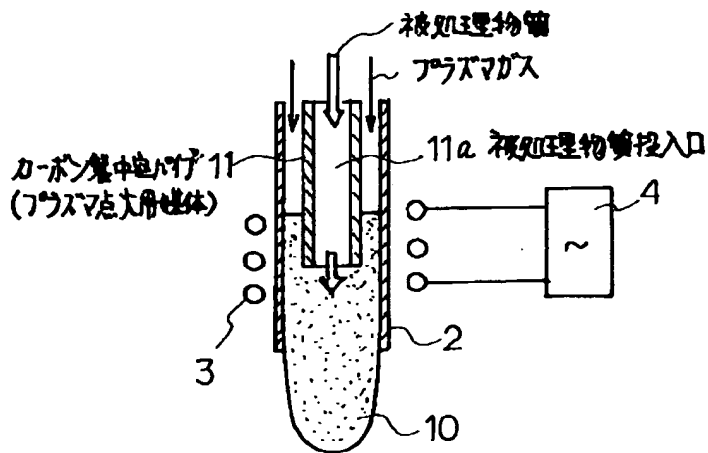
【図1】



【図3】



【図2】



PAT-NO: JP408195295A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08195295 A
TITLE: INDUCTIVE COUPLING TYPE PLASMA TORCH
PUBN-DATE: July 30, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
NAGAO, YASUAKI

INT-CL (IPC): H05H001/30

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a high frequency inductive coupling type plasma torch by which ignition of plasma becomes easy and stable hot plasma can be obtained even under a service condition of atmospheric pressure.

CONSTITUTION: A plasma igniting medium such as a carbon rod 9 or the like manufactured by a highly heat resistant and conductive material, is coaxially arranged with the central axis of a torch outer cylinder in a cylinder inside central part of the torch outer cylinder 2 round which an induction coil 3 connected to high frequency electric power supply 4 is wound. While heating the plasma igniting medium in an ignition condition by high frequency induction heating, plasma gas is sent into a gas passage (an area being high in plasma inductive electric field strength) partitioned between the medium and the torch outer cylinder in this condition, and hot plasma is generated.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: A plasma igniting medium such as a carbon rod 9 or

the like
manufactured by a highly heat resistant and conductive material, is
coaxially
arranged with the central axis of a torch outer cylinder in a
cylinder inside
central part of the torch outer cylinder 2 round which an induction
coil 3
connected to high frequency electric power supply 4 is wound. While
heating
the plasma igniting medium in an ignition condition by high frequency
induction
heating, plasma gas is sent into a gas passage (an area being high in
plasma
inductive electric field strength) partitioned between the medium and
the torch
outer cylinder in this condition, and hot plasma is generated.